

## 英国の小学校の理科教科書におけるエネルギー概念に関する 教育内容の変遷と特質

—Collins社の理科教科書を事例として—

板橋 夏樹<sup>1</sup>

〔要約〕本研究ではCambridge Primary Science curriculumに準拠した2014年版と2021年版の第1～6学年の理科の教科書*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book*を比較し、そこに記載されたエネルギー概念の取扱いについて調査した。その結果、以下のことが明らかになった。(1)両教科書共に、第3学年において、食料が生物にエネルギーを与えるものであることをエネルギーについての理解の出発点としていた。(2)2021年版の教科書でエネルギー概念に関する説明が大幅に増加していた。特に第4学年で生物分野や力学に関する単元でエネルギーが扱われており、植物の光合成における光エネルギーの関わりや、光や音や熱以外にも位置エネルギーや内部エネルギー等のエネルギーの形態やエネルギー変換や伝達を扱っていた。さらに、科学的な定義としての「仕事」を人間の様々な動きに当てはめ、エネルギーの変換を扱っていた。

Keywords : 小学校、エネルギー、理科、英国

### I. はじめに

エネルギー概念は、日本の理科の教育課程では、主として中学校第3学年の力学分野の学習で扱われる。『小学校学習指導要領（平成29年度告示）解説理科編』では、学ぶべき4つの科学概念の柱の1つとしてエネルギー概念が示され、さらに、同概念を「エネルギーの捉え方」「エネルギーの変換と保存」「エネルギー資源の有効利用」の3つの観点に分けて学年で扱われる単元が構成されている。しかし、小学校の理科の教科書では、エネルギーの用語を直接的に扱われることはなく、エネルギーに関する保存や変換に関する様々な事象を体験的に学ぶ形式をとっている。また、中学校理科で学習するエネルギー概念は「仕事をする能力」等の定義により、力学分野に強く関連付けた形で扱われる。

一方、他国での初等教育段階におけるエネルギー概念についての導入の状況は、日本のそれとは異なっている。板橋(2021a)は、英国ケンブリッジ大学の1機関であるケンブリッジ大学国際教育

機構(CAIE: Cambridge Assessment International Education)が提供する5～11歳を対象としたCambridge Primary Science curriculumに準拠した2014年に出版された初等教育段階の理科教科書の1つである*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book*におけるエネルギー概念の導入の実態を報告している。ここでは、第3学年以降で人体の運動や植物、食物との関わりを例にしてエネルギー概念が導入されていることを明らかにした。

ところで、この教科書は2021年に新しいバージョンが出版された。これを見たところ、エネルギー概念を導入する学年やその内容に大きな変化が生じているようである。

板橋(2022)によれば、日本では小学校理科でのエネルギー概念の科学的な定義を含む導入は主として行われていないが、国語や社会、家庭科等の理科以外の複数の教科書でエネルギーの用語が用いられていることが確認されている。このような現状を踏まえると、同概念を科学的な言葉として小学校段階から理科の教科の中で取り扱う必要がある。よって、初等教育段階におけるエネルギー

概念の導入の取扱いの研究は、その際の一助になると考えられる。

## II. 研究の目的

本研究は、Cambridge Primary Science curriculumに準拠した理科の初等教育段階の教科書の各学年におけるエネルギー概念の扱いの変遷と特徴を明らかにすることである。

## III. 研究の方法

2014年と2021年に発行されたCambridge Primary Science curriculumに準拠した第1～6学年の理科の教科書*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book1-6*を対象に、エネルギー概念の扱いに着目した比較、分析を行う。

## IV. 結果

2014年、2021年版の同教科書における、エネルギーに関する単元、及び、そこに記載された用語“エネルギー”を用いた文章の一覧を表1に示す。

### (1) 2014年版教科書における用語“エネルギー”の取扱いについての概要

第1、2、4学年ではエネルギーに関する記載は見られない。

第3学年では、単元「Humans and animals」で、初めてエネルギーに関する記述がある。ここでは、食料はエネルギーを得るために必要なもの、という視点で書かれている。本を読んだり呼吸したり成長したりするためにエネルギーが必要であることや、そのエネルギーは食料から得られることを三大栄養素の写真を例に示している。特にバターやオリーブオイル、チーズなどの脂質が人体にエネルギーを与えることを示している。このように、人体の動きや食料を用いて、人体におけるエネルギーの役割を説明している。

第5学年では、単元「Plants」で、植物が太陽の光エネルギーを用いて光合成を行うことで、自身のエネルギーを作ることを示している。

第6学年では、単元「Forces and motion」でエネルギーを扱う。この単元では、仕事を力学的な

概念で捉え、仕事をするためにエネルギーが必要であることを説明している。また、サッカー選手の動きを例にして、サッカーボールを蹴る人間の足からボールにエネルギーが伝達される場面を例に、ボールが動く理由を説明している。このように、人間の運動を具体例に挙げて、エネルギーの果たす役割を説明している。

### (2) 2021年版教科書における用語“エネルギー”の取扱いについての概要

第1、2、5学年ではエネルギーに関する記載は見られない。

第3学年の植物の単元「Plants」で初めてエネルギーが扱われる。ここでは、生物が生きるためにエネルギーが必要であり、そのエネルギーが食物から得られることを説明し、生物の生存とエネルギーの関わりを示している。

第4学年では、単元「Life processes and ecosystems」で、生物が食物からエネルギーを得ていることや、その食物は植物が太陽の光エネルギーをもとにした光合成によるものであることを説明している。さらに、草食動物や肉食動物が植物を起点として活動に必要なエネルギーを得ていることを説明している。単元「Energy and light」では、4.2節「Energy」、4.3節「Energy and movement」、4.4節「Energy transfer」において、物質の三態における原子の挙動を踏まえた内部エネルギーの存在や、エネルギーは消滅しないこと、ある形態から別の形態に変換・伝達されること、テレビやガソリン自動車や電球等におけるエネルギー変換におけるエネルギーの損失やエネルギー効率等、幅広く扱っている。このように、2021年版教科書では、第4学年でのエネルギーに関する記載内容の大幅に増加しており、これ自体が大きな特徴であるといえる。

第6学年では、単元「Ecosystems」で、生態系における食物連鎖でのエネルギーの流れを説明している。一方、単元「Forces and energy」では、単元名にエネルギーの名前が冠されているが、その単元の中ではエネルギーの言葉は一度も用いられていない。

表1 2014、2021年版の教科書におけるエネルギーに関する単元と記載内容の一覧

学年	2014年版	2021年版
1	※記載なし	※記載なし
2	※記載なし	※記載
3	<p>単元2「Humans and animals」 2.3節「Food for energy」 All living things need energy to stay alive. Plight now your body is using energy to read, to breathe and to grow. This energy comes from food. Without the energy your body gets from food, you would not be able to stay alive, to move or to grow. (p. 28)</p>	<p>単元2「Plants」 2.3節「Plants need sunlight」 All living things need food to stay alive. Food gives them <b>energy</b>. (p. 18)</p>
4	※記載なし	<p>単元1「Life processes and ecosystems」 1.8節「Energy for survival」  <ul style="list-style-type: none"> <li>All living things need <b>energy</b> to stay alive. Plight now your body is using energy to read, to breathe and to grow. This energy comes from food. Without the energy your body gets from food, you would not be able to stay alive, to move or to grow. (p. 16)</li> <li>The Sun is the main source of energy for all living things. Plants make their own food by using light energy from the Sun through a process called photosynthesis. During <b>photosynthesis</b>, plants trap light energy with their leaves. (p. 16)</li> <li>The plants use the light energy to change water and carbon dioxide into a sugar called glucose. The glucose is used by plants for energy. (p. 16)</li> <li>All animals get their energy indirectly from the Sun. The animals that eat plants (herbivores) get the stored energy from the leaves when they eat the plants. Animals that eat only meat (carnivores) get their energy from the herbivores they eat. (p. 17)</li> </ul> <p>単元4「Energy and light」 4.2節「Energy」  <ul style="list-style-type: none"> <li>Everything we do uses <b>energy</b> and all <b>work</b> requires energy. Energy is present in all matter. Think back to the particle models you looked at in Topic 3. In all three states of matter the particles are moving. This is called internal energy and is a form of <b>movement energy</b>. (p. 50) Other forms of energy are heat, light, sound and electric energy. Some objects have <b>stored energy</b>, also known as <b>potential energy</b>.</li> <li>Energy cannot be used up, lost or destroyed, but it can be changed from one form to another. We say the energy has been <b>transferred</b>. Look at the flashlight. &gt; The stored energy in the cells can be transferred into electrical energy when the flashlight is switched on. The electrical energy is then transferred into light energy. (p. 50)</li> <li>Not all energy transferred from one object to another comes out as useful energy. For example, when we turn on a lamp we only want light energy, but some energy is transferred into heat energy. We say this is <b>wasted energy</b>. (p. 51)</li> </ul> <p>4.3節「Energy and movement」  <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Energy</b> allows objects to do work. In scientific language, work means more than just physical labour-it includes things such as breathing, moving, cooking food and objects falling to the ground as a result of gravity. (p. 52)</li> <li>We need energy to move our bodies just as other objects need energy (often in the form of a force) to start them moving. In addition, all moving objects have movement energy, which means they can do work as a result of the movement. (p. 53)</li> <li>Think about kicking a ball. Your foot moves to make the kick. The energy from your moving foot provides the force needed to start the ball rolling. The ball then has its own movement energy that allows it to do the work of rolling. (p. 53)</li> </ul> </p> </p></p>

		<p>4.4節「Energy transfer」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy does not disappear, but some energy can be transferred to the surrounding environment. This is <b>wasted energy</b>. When something happens, all the energy at the start is still there at the end. The output energy is equal to the input energy. This can be shown in an energy transfer diagram. (p. 54)</li> <li>• Some objects are designed to not produce a lot of wasted energy. These are called <b>energy savers</b> or energy-efficient items. As well as giving off light, lamps can give off a lot of heat. For a lamp to be energy-efficient, it should not heat up too much when being used. (p. 55)</li> </ul> <p>補足) 巻末の用語集には以下のような記載がある  energy : The ability to be active or of doing work.  energy saver : An efficient electrical device.</p>
5	<p>単元1「Plants」  1.2節「Plants need energy from light」  Plants make their own food by using light energy from the Sun through a process called <b>photosynthesis</b>. They also use water and air. (p. 4)</p>	※記載なし
6	<p>単元4「Forces and motion」  4.4節「Energy and movement」  <b>Energy</b> allows objects to do work. In scientific language, work means more than just physical labour-it includes things such as breathing, moving, cooking food and objects falling to the ground as a result of gravity. (p. 64)  We need energy to move our bodies just as other objects need energy (often in the form of a force) to start them moving. In addition, all moving objects have <b>movement</b> energy, which means they can do work as a result of the movement. Think about kicking a ball. Your foot moves to make the kick. The energy from your moving foot provides the force needed to start the ball rolling. The ball then has its own movement energy that allows it to do the work of rolling. (p. 65)  補足) 巻末の用語集には以下のような記載がある  energy : The ability to be active or of doing work.</p>	<p>単元2「Ecosystems」  2.3節「Energy transfer in food chains」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Food chains do not just show what eats what, they also show how energy is transferred between organisms in the food chain. The arrows on the food chains show the direction in which energy flows (the <b>energy transfer</b>). (中略) The Sun is the main source of energy in most ecosystems. (p. 24)</li> <li>• Animals, including humans, cannot make their own food so they need to consume (eat) plants or other animals to get the energy their bodies need. Feeding transfers energy from the food to the organism that eats it. When a consumer eats plants, energy is transferred from the plant to the consumer. The consumer uses some of this energy for its body functions and loses some energy to the environment in the form of heat. Using and losing energy means that there is less energy available to be transferred to the next consumer in the food chain. Generally, only about 10 per cent of the energy from one level of the food chain is transferred to the next feeding level. (p. 24)</li> </ul> <p>単元4「Forces and energy」  ※単元名にエネルギーの用語が使用されているが、単元内の文章中では一度も使用されていない。  補足) 巻末の用語集には以下のような記載がある  energy transfer : The movement of energy from one place to another.</p>

※上の表中の太字は、引用した教科書の記載に準じたものである。

## V. 考察

先に述べたように、2014年、2021年版では、エネルギー概念について扱われる学年と内容に大きな変化が見られた。以下、エネルギー概念を扱う学年、力学的内容との関わり、光合成を含む植物の内容との関わり、食物との関わり、人間の運動との関わりとの各項目に分けて議論する。

### (1) エネルギー概念を扱う学年の変化

調査した2つの発行年の異なる教科書間で、エネルギー概念の取扱いで大きく異なる学年は第4学年の部分である。2014年版でエネルギーに関

する説明がなかったが、2021年版では、生命と光の単元で、エネルギー概念が多く扱われる形になっている。

この学年では、3つの観点でエネルギー概念を扱っている。1つ目は、物理的な視点での扱いである。まず、原子の視点から物質の内部エネルギーや運動エネルギーを扱い、さらに熱、光、音、電気の様々なエネルギーの形態を説明している。また、エネルギーに変換や伝達の過程について説明し、その過程でエネルギーの損失が生じることやエネルギー効率の良い製品の必要性につい

述べている。2つ目は、植物との関わりである。植物が光エネルギーを用いた光合成により糖を生産することを説明している。3つ目は、生物とエネルギーの関わりである。2つ目と関連するが、動物が植物により生産させる糖を食料としてエネルギーを得ていることを説明している。生物が植物からエネルギーを得ることや、サッカー選手がボールを蹴る動きを例にしている。後者では、ボールがもつ運動エネルギーが、サッカー選手に由来することを説明することで、エネルギーが太陽の光エネルギーから植物や人体を経てボールに伝達されることを総合的に扱っているのである。ここで述べた2、3つ目の内容は2014年版では第5、6学年での学習内容であったが、これを第4学年に引き下げて扱っている。

#### (2) 力学的内容とエネルギーの関連付け

2014年版では第6学年で仕事とエネルギーを関連付けて説明しただけであったが、2021年版では先述の第4学年での扱いが拡充している。第4学年の単元「Energy and light」の第4.2節「Energy」でのエネルギーの形態や変換の説明だけでなく、第4.3節「Energy and movement」でのエネルギーと運動との関係、第4.4節「Energy transfer」でのエネルギーの伝達等、力学的内容をエネルギーと関連付けた説明が大幅に増加している。板橋(2021b)は中等教育段階 キー・ステージ3用の教科書「Science Book1~3」(Collins社、2008)でエネルギーの伝達の取扱いと特徴について述べたが、本研究で調査した2021年版の第4学年の教科書でもエネルギーの伝達を1つの独立した節として扱っていることが分かる。また、この節では、エネルギーの伝達図として図1のようなダイアグラムを用いて説明している。このように、液晶テレビに入力される電気エネルギーが光や音、熱エネルギー等に変換されるだけでなく、その熱エネルギーが「(使用しない)無駄なエネルギー」として説明している。ダイアグラムを活用すると、エネルギーの変換を視覚的に理解できるだけでなく、変換後のエネルギーの無駄についても分かりやすい。また、エネルギーの伝達の議論から、省

エネルギーのあり方を説明している。旧来の白熱電球や、電球形蛍光灯、LED照明における各使用電力量や耐年数、価格を踏まえて読み手に考えさせるようになっている。

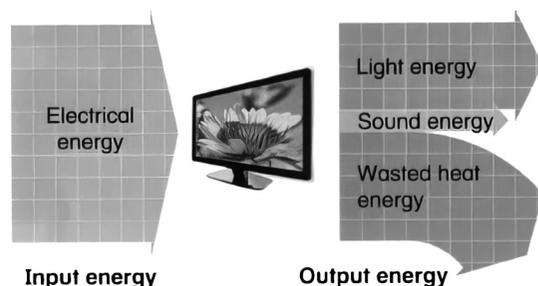


図1 エネルギーのダイアグラム

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book4*, p.54より引用)

さらに、4.4節では3つの「活動」が示されている。

1. Describe the wasted output energy in the picture. Can you think of ways to reduce it?
2. Suggest some ideas for saving energy in your home and classroom.
3. Create an advertisement for an energy-saving appliance. Use the words below in your advertisement.

【energy efficient money-saving】

このように、草刈り機を例に、それを使用する際の無駄なエネルギーを見出させたり、その無駄を減らす方法を考えさせたりしている。さらに家庭や教室でエネルギーを節約するアイデアを考えさせたり、「エネルギー、効率、節約」の3語を用いた広告を考えさせたりする等の生活に直結するような課題の提示をしている。このような活動により、児童は、単に知識として電気製品のエネルギー変換時のエネルギーの浪費についての知識を得るだけでなく、自身の生活に役立つような具体的な省エネルギーの提案をする活動をすることによって、児童自身に直接的に関係するエネルギーの問題を学ぶことができる。また、この節の学習

により、電気製品でのエネルギー変換では、必ず熱エネルギーという無駄が生じることを知ることになる。

(3) 植物（光合成）内容とエネルギーの関連付け

2014年版では第5学年で植物の光合成と光エネルギーの関係性を説明しているが、2021年版では第4学年での扱いとなり、扱う学年が1学年下がっている。その記載された分量は2021年版で増加しており、植物が太陽光を利用して光合成を行うことだけでなく、光合成の過程で用いられる水や二酸化炭素や、光合成で生産される糖の名称を含めた説明がされるようになってきている。

(4) 食物とエネルギーの関連付け

2021年版では2014年版と比べ、生物の生存に必要な食物としてのエネルギーの関わりや、人体におけるエネルギーの役割、食物連鎖におけるエネルギーの伝達の視点を多く扱っている。

第4学年の教科書では、図2のように太陽の光エネルギーを用いて植物が光合成を行うこと説明している。その後、第6学年の教科書では、図3のように太陽からエネルギーを得た植物が食料となることが説明される。さらに、図4のように、生産者としての植物のもつエネルギーが、食物連鎖により消費者の各段階を経由する間に、伝達されるエネルギーが減少し、最終的には全体の0.1%だけしか最終的な消費者に伝達されないことが説明されている。エネルギーの伝達は日本の中学校段階の理科教科書でほとんど扱われていないが、調査した教科書では積極的な扱いが見られる。

(5) 人間の運動とエネルギーの関連付け

次に、仕事とエネルギーについては、人体の動きを仕事と捉えることで、そこで使われるエネルギーについて読み手に考えさせるように配慮している。

2021年版の第4学年の4.2節ではエネルギーの変換を説明している。電球が電気エネルギーを光エネルギーに変換することや、ヒーターが電気エネルギーを熱エネルギーに変換する事例を挙げている。これらの電気機器の例の他に、図5に示すような、ハンドベルを人間の手で鳴らす場面を例

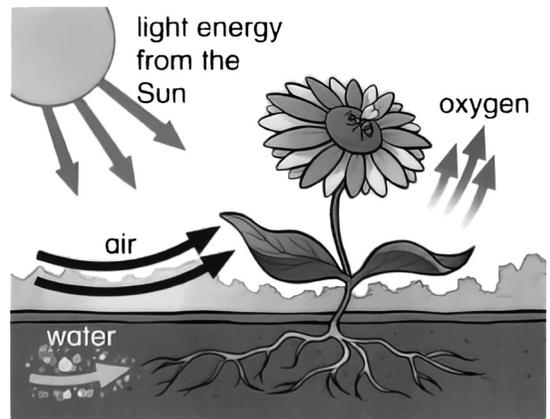


図2 植物の光合成と光エネルギーの関係図

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book4*, p.16より引用)

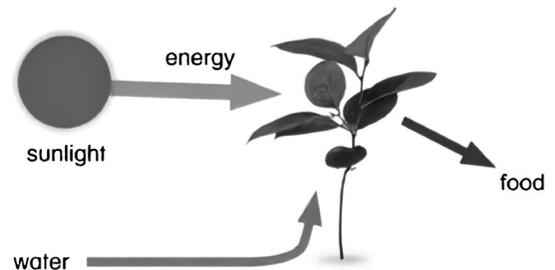


図3 植物における光エネルギーと食物の関係図

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book6*, p.24より引用)

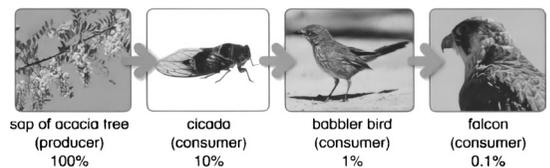


図4 食物連鎖におけるエネルギーの伝達量の図

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book6*, p.24より引用)

に示している。図5は、人間が手を振るときの運動エネルギーがハンドベルの発する音のエネルギーに変換されることを示す。同学年の教師用指導書を見ると、授業の導入場面で、「毎日どんなエネルギーを使っているか尋ねなさい。保存や変換ができるものとして、まず電気エネルギーから導入しなさい。そこから、音、光、熱エネルギーのような生活に役立つものを考えさせなさい」と



図5 手でハンドベルを鳴らす様子の挿絵

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book4*, p.50 より引用)

の記述がある。このように第4学年のエネルギーの単元では、電気エネルギーを出発点として、身近なエネルギーの形態を扱うようになっている。また、この節では以下の3つの活動が示されている。

1. Look at the pictures on page 47 of your Workbook. Complete the table to identify the energy in each picture.
2. Use page 48 of your Workbook to create an energy transformation diagram for an electric kettle.
3. Children running and jumping are changing stored energy from the food they have eaten into movement energy. What other things do you use the energy you store in your body for? Write a paragraph.

このように、生活に身近な様々なエネルギーの形態や変換を示す場面を提示することで、児童に対してその場面に存在するエネルギーを認識させ、電気ケトルだけでなく、児童自身の運動の場面におけるエネルギーの変換について考えさせるようになっている。この3つの活動について、同教師用指導書では、「班毎に、生活に有益な光、熱、音エネルギーを示すポスターを作成させること」「児童には、雑誌、新聞、または、インターネット上の写真を使用してポスターをつくらせること」「作成したポスターについて彼らに話し合わせ、光、熱、音の各エネルギーを特定させること」等の具体的な取り組みの仕方を例示している。さらに、黒板に「有益なエネルギーと無駄にしたエネルギーを示す矢印を用いてエネルギー変換の

図を書く機会を与え、エネルギーの効率について話し合わせることを提案している。同書では教師にエネルギーのダイヤグラムを書けない児童への援助に言及していることから、エネルギー変換におけるダイヤグラムが児童の理解に大きな影響をもつと考えられる。

以上のように、教科書4.2節に書かれた内容は読み物的なものであるが、実際の授業展開にあたっては、児童にエネルギーに関係する絵やエネルギーの変換の図を書かせたり、児童同士で話し合わせたりするような活動を行っていることがわかる。また、児童が本格的に初めて学ぶことになるエネルギーの形態は、電気や、熱、光、音が妥当であるということが読み取れる。さらに、上の活動の3番目にあるように、無機的なものにおけるエネルギー変換以外の、人間の運動におけるエネルギー変換を考えさせる活動により、食料に蓄えられているエネルギーが、人間の運動や熱に変換されていることに気付かせるようになっている。これにより、エネルギーが電気や光だけでなく、人間の活動一般にもかかわっていることを認識できるような工夫をしている。

次に、2021年版の第4学年の4.3節「Energy and movement」では、仕事の意味を日常的な意味ではなく、科学的な意味で捉えなおし、これをエネルギーと関連付けて説明している。図6はここで記載された人間が行う仕事の例である。Aはパンを取り出そうと皿を動かす人が行う仕事、Bはエレベータのボタンを動かす人の指が行う仕事、Cはバスに乗車しようとする人の足が行う仕事、Dは縄跳びをしようとする人の足が行う仕事、である。教科書では、読み手に対し、これらの4つの動きでのどんな仕事があるかを考えさせ、それらの仕事のエネルギーがどこから来るのかを考えさせている。人間の体が行う仕事を、1つ1つの体の動きの過程に視点を置くことによってエネルギーがどのように関わるかを考えさせるように工夫されている。

板橋(2012)は、米国の主要な初等教育段階の理科の教科書で人体の動きを例にしたエネルギー

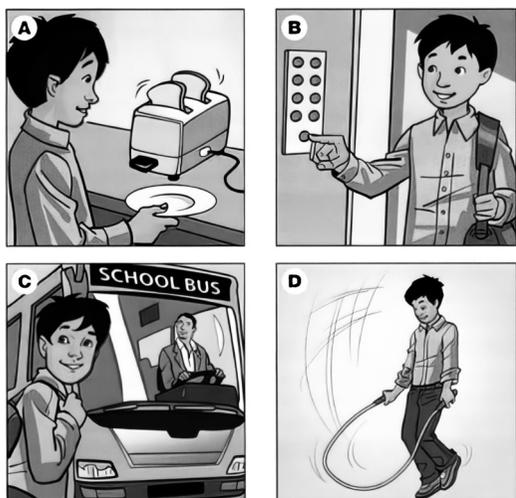


図6 人間が行う仕事に関する挿絵

(2021年版 *INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book4*, p.52 より引用)

概念の導入が行われていることを述べていたが、今回調査した英国の教科書でも同様の導入の工夫が図られていることが明らかとなった。

日本の中学校理科でのエネルギー概念の導入では、斜面を下りおる球やジェットコースターを例として位置エネルギーから運動エネルギーへの変換を力学的エネルギーの保存という観点で扱われるため、人体による仕事を例にした上述のようなエネルギーの変換を扱うことはほとんどない。子どものもつエネルギー概念についての先行研究である Watts (1983) は、子どもが多様なエネルギー概念を7つに分類・整理している。この中の1つに「人間中心のエネルギー（‘Human centred’ energy）」があり、多くの子どもが人間中心で擬人化したエネルギーの説明をする傾向を指摘している。本研究で明らかにしたように、中学生段階はもとより小学生段階では、エネルギー概念の導入を力学的な場面よりも、日常生活における人間を中心とした児童にとって理解しやすい場面を事例とすることが容易ではないかと考えられる。ただし、人間の動きや動植物の食を中心とした場合、科学的なエネルギー概念の定義の学習を同時に含むことが重要であろう。

## VI. おわりに

本研究では Cambridge Primary Science curriculum に準拠した第1～6学年の理科の初等教育段階の1社の教科書について、2014年版と2021年版を比較し、エネルギー概念についての取扱いについて調査した。その結果、以下のことが明らかになった。まず、両教科書共に、第3学年において、食料が生物にエネルギーを与えるものであることをエネルギーについての理解の出発点としていることが明らかとなった。次に、2021年版の教科書ではエネルギー概念に関する説明が大幅に増加したこと、特に第4学年で生物分野や力学に関する内容でエネルギーが扱われており、植物の光合成における光エネルギーの関わりや、光や音や熱以外にも位置エネルギーや内部エネルギー等のエネルギーの形態やエネルギー変換、伝達について扱っている。さらに、人間の様々な動きを科学的な定義としての仕事として捉え、そこでのエネルギーの変換を扱っていることが明らかとなった。

人間を含む動物が食事をすることでエネルギーを得ていることや、日常生活における人間の動きを例にしたエネルギーの変換を扱うことは、小学生段階でのエネルギー概念の理解に適していると思われる。

本研究では、2021年版の第4学年の教科書でエネルギーに関する標記が増加したことを明らかにしたが、この段階での小学生のエネルギーの概念の理解度は扱っていない。そこで、今後の課題は、エネルギー概念を扱う内容に関する変化が2021年版で早まった理由の背景を解明すること、さらに、4年生で多くエネルギー概念を扱うことの適切性について解明することである。

## 付記

本研究の一部はJSPS 科研費 20K02922 の助成を受けたものである。また、本稿は、日本理科教育学会第60回東北支部大会で発表した「初等教育段階におけるエネルギー概念導入についての一考察 —CAIE プログラムに準拠した理科教科書を事例として—」に大幅な加筆・修正をしたもので

ある。

## 文献

Collins (2014) “*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book 1-6*”, Collins.

Collins (2021) “*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE Student's Book 1-6*”, Collins.

Collins (2021) “*INTERNATIONAL PRIMARY SCIENCE teacher's Guide 4*”, Collins.

板橋夏樹 (2012) : 「米国小学校におけるエネルギー概念の導入に関する研究 ～米国の小学校理科教科書, 教師用指導書を事例として～」, 『理科教育学研究』, Vol.52, No.3, 11-21.

板橋夏樹 (2021a) : 「初等教育段階におけるエネルギー概念導入についての一考察 —CAIE プログラムに準拠した理科教科書を事例として—」, 『日本理科教育学会東北支部大会発表論文集第 60 号』, 9.

板橋夏樹 (2021b) : 「小・中学校理科におけるエネルギー概念の導入についての研究 ～英国のナショナル・カリキュラム, 理科教科書, 教師用指導書を事例として～」, 『宮城学院女子大学研究論文集 133 号』, 23-39.

板橋夏樹 (2022) : 「小学生が教科書から得る用語 “エネルギー” の情報について —小学校の全教科の教科書の分析をとおして—」, 『宮城学院女子大学研究紀要第 135 号』, 1-16.

文部科学省 (2018) : 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編』, 東洋館出版社.

Watts, M, D. (1983), Some alternative views of energy, *Physics Education*, 18, 213-217.

